



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2010/09/07
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/03/17
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/02/14
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2010/051854
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/030050
(30) Priorité/Priority: 2009/09/10 (FR0956179)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F25J 3/04* (2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE, FR
(72) Inventeurs/Inventors:
COGNARD, MARIE, FR;
DUBETTIER-GRENIER, RICHARD, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE ET INSTALLATION DE PRODUCTION D'OXYGENE PAR DISTILLATION D'AIR
(54) Title: METHOD AND FACILITY FOR PRODUCING OXYGEN THROUGH AIR DISTILLATION

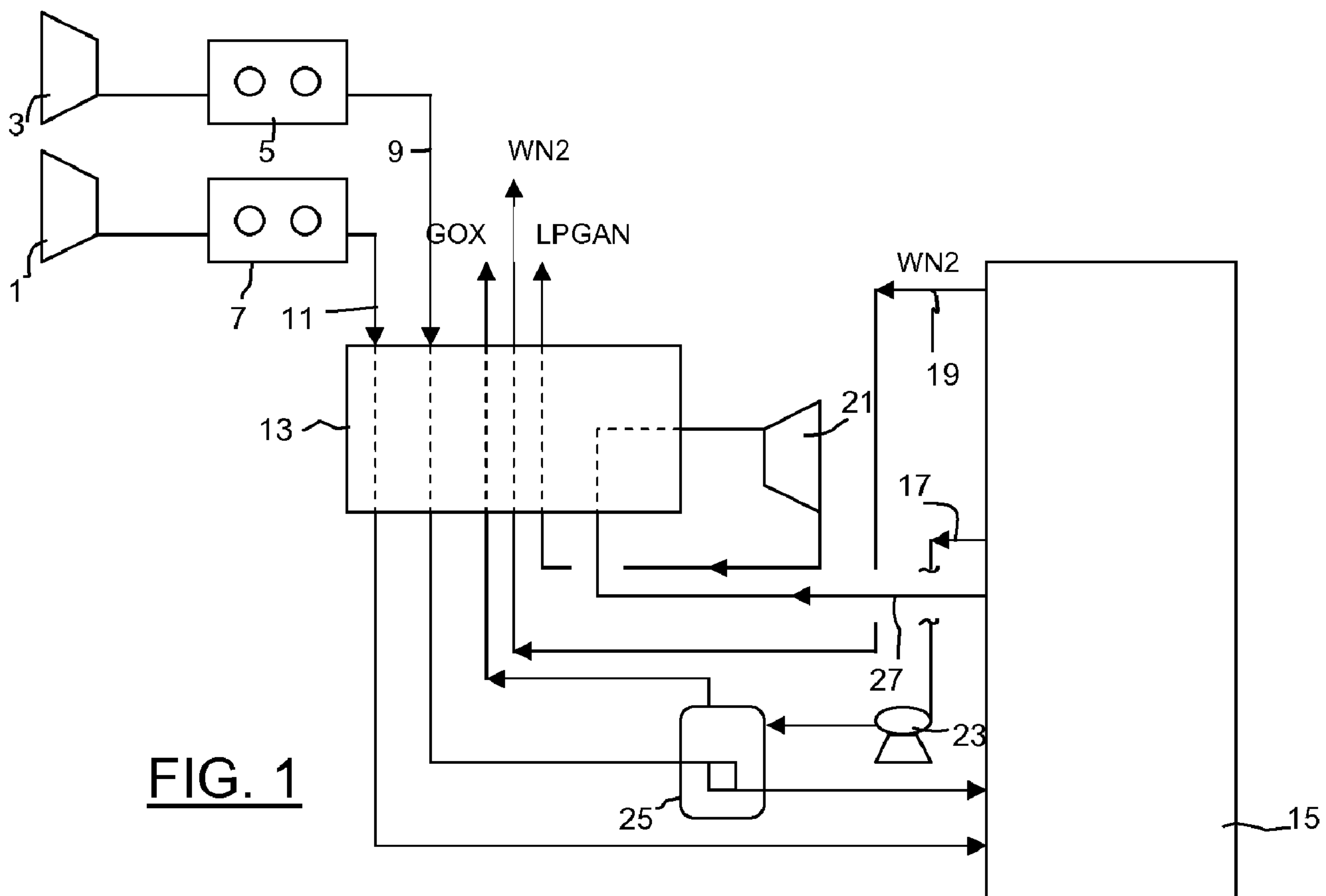


FIG. 1

(57) Abrégé/Abstract:

Dans un procédé de production d'oxygène par distillation d'air alimenté par de l'air à la pression atmosphérique pour produire un premier et un second débits d'air pressurisés, une première unité d'épuration (5), une deuxième unité d'épuration (7), les premier et



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

second débits d'air pressurisés sortant du moyen de compression à une première et deuxième pression, les première et deuxième pressions étant à des pressions différentes d'au moins 0,5 bar, on envoie le premier débit d'air pressurisé d'une première sortie du moyen de compression à la première unité d'épuration à la première pression pour produire un premier débit d'air épuré, on envoie le premier débit d'air épuré de la première unité d'épuration à une colonne du système de colonnes (15), on envoie le deuxième débit d'air épuré de la deuxième unité d'épuration à une colonne du système de colonnes au moins sous forme partiellement condensée, on soutire un liquide riche en oxygène du système de colonnes, on le vaporise par échange de chaleur au moins avec le deuxième débit épuré et on le fournit comme produit.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/030050 A2

(43) Date de la publication internationale
17 mars 2011 (17.03.2011)

(51) Classification internationale des brevets :
F25J 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051854

(22) Date de dépôt international :
7 septembre 2010 (07.09.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0956179 10 septembre 2009 (10.09.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75 Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **COGNARD, Marie** [FR/FR]; 2 rue de Provence, F-94550 Chevilly Larue (FR). **DUBETTIER-GRENIER, Richard** [FR/FR]; 1 bis, avenue de Brazza, F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR).

(74) Mandataire : **MERCEY, Fiona**; L'air Liquide SA, Département Propriété Intellectuelle, 75 Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND FACILITY FOR PRODUCING OXYGEN THROUGH AIR DISTILLATION

(54) Titre : PROCÉDE ET INSTALLATION DE PRODUCTION D'OXYGENE PAR DISTILLATION D'AIR

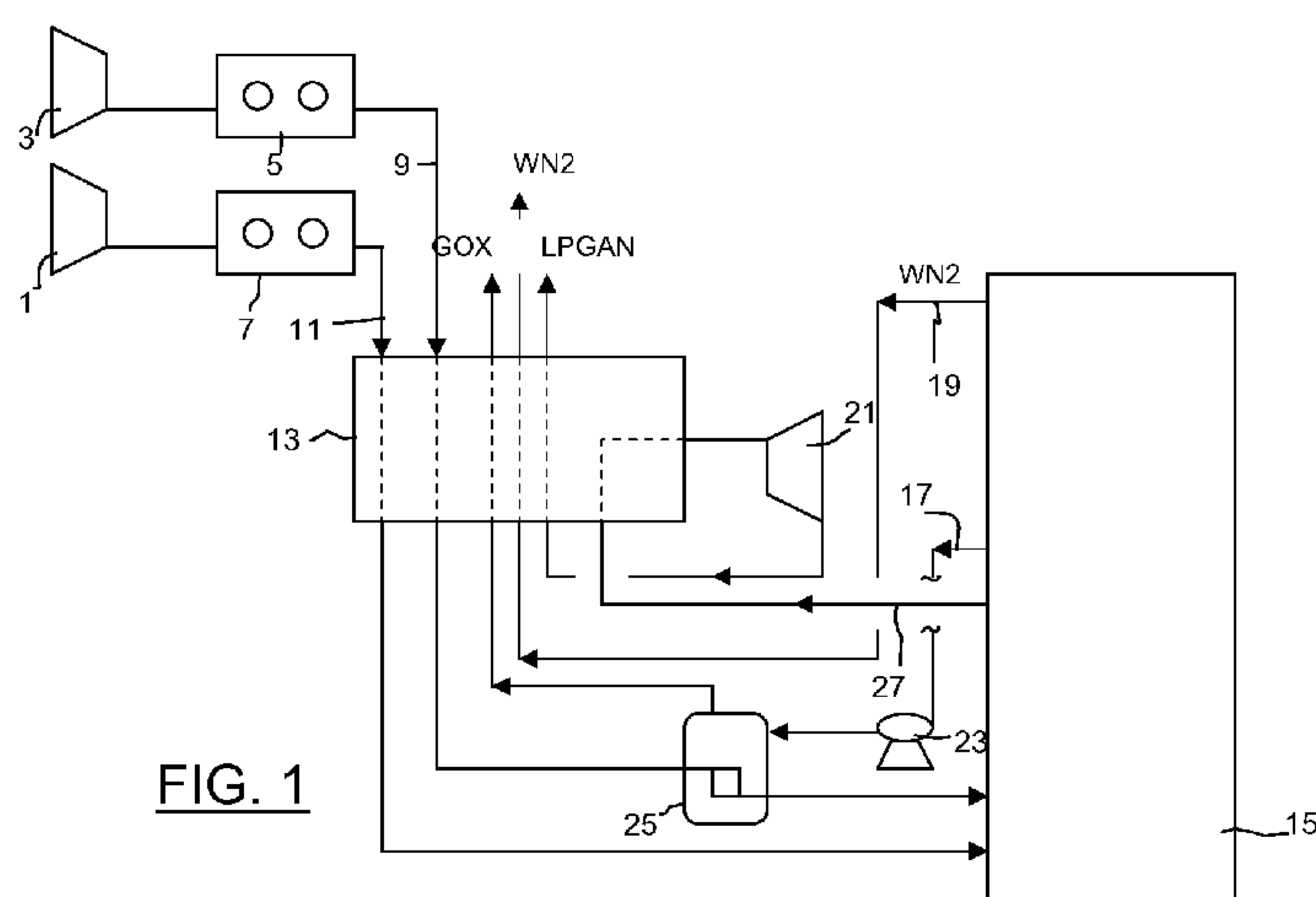


FIG. 1

(57) Abstract : In a method for producing oxygen through the distillation of air supplied by air at atmospheric pressure so as to produce a first and second compressed air flow, and through a first purification unit (5) and a second purification unit (7), the first and second compressed air flows being discharged from the compression means at a first and second pressure, the first and second pressures being different pressures of at least 0.5 bar: the first compressed air flow is sent from a first outlet of the compression means to the first purifying unit at the first pressure so as to produce a first purified air flow; the first purified air flow is sent from the first purifying unit to a column of the column system (15); the second purified air flow is sent, in an at least partially condensed form, from the second purifying unit to a column of the column system; an oxygen-rich liquid is bled off from the column system; said oxygen-rich liquid is vaporized through heat exchange with at least the second purified air flow; and said oxygen-rich liquid is provided as a material.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/030050 A2**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

Dans un procédé de production d'oxygène par distillation d'air alimenté par de l'air à la pression atmosphérique pour produire un premier et un second débits d'air pressurisés, une première unité d'épuration (5), une deuxième unité d'épuration (7), les premier et second débits d'air pressurisés sortant du moyen de compression à une première et deuxième pression, les première et deuxième pressions étant à des pressions différentes d'au moins 0,5 bar, on envoie le premier débit d'air pressurisé d'une première sortie du moyen de compression à la première unité d'épuration à la première pression pour produire un premier débit d'air épuré, on envoie le premier débit d'air épuré de la première unité d'épuration à une colonne du système de colonnes (15), on envoie le deuxième débit d'air épuré de la deuxième unité d'épuration à une colonne du système de colonnes au moins sous forme partiellement condensée, on soutire un liquide riche en oxygène du système de colonnes, on le vaporise par échange de chaleur au moins avec le deuxième débit épuré et on le fournit comme produit.

Procédé et installation de production d'oxygène par distillation d'air

La présente invention est relative à un procédé et à une installation de production
5 d'oxygène par distillation d'air. L'invention s'applique par exemple à la production de très
grandes quantités d'oxygène où la pression d'oxygène requise est dans une plage comprise,
par exemple, entre 5 et 20 bars. L'oxygène est produit dans une ou plusieurs unités de
distillation d'air de grande taille, où il est avantageux d'amener à ces pressions l'oxygène
liquide produit dans la ou les unité(s) de distillation au moyen de pompes et de vaporiser
10 l'oxygène liquide par échange de chaleur avec un fluide calorigène comprimé à une
pression suffisante pour permettre la vaporisation de l'oxygène, ce fluide calorigène étant
typiquement de l'air surpressé. On évite ainsi l'utilisation de compresseurs d'oxygène,
toujours délicate.

Il est classique dans de telles unités de séparation d'air (ASU) de comprimer de
15 l'air à la pression atmosphérique dans un ou plusieurs compresseur(s) d'air principal(aux)
installé(s) en parallèle. L'air ainsi comprimé est refroidi par des moyens de réfrigération,
typiquement dans une plage comprise, par exemple entre 5 et 40°C. L'air ainsi réfrigéré est
traité dans une ou plusieurs unité(s) de purification où les impuretés comme l'eau, le CO₂
et les hydrocarbures sont pour la plupart éliminées.

20 Une partie de cet air ainsi épuré est envoyée dans un surpresseur où elle subit une
étape supplémentaire de compression, typiquement au-delà de 10 bars, et constitue, par
exemple, le fluide calorigène permettant la vaporisation du ou des produits comme
l'oxygène.

La production de grandes quantités d'oxygène par des ASU nécessite d'épurer de
25 grandes quantités d'air dans les unités de purification et pour cela de minimiser la taille des
ces unités de purification pouvant traiter un volume d'air donné.

L'utilisation d'unités de purification à lits concentriques permet de réduire la taille
de ces unités, ce qui peut être obtenu également en augmentant la pression de l'air purifié
dans ces unités, ou en abaissant sa température.

30 US-A-5337570 décrit un procédé dans lequel deux débits d'air sont épurés à des
pressions différentes, mais un de ces débits est ensuite surpressé à une pression plus élevée
afin de pouvoir vaporiser un débit d'oxygène liquide pressurisé.

La présente invention vise à pallier les défauts de l'art antérieur et peut permettre de réduire l'investissement en évitant l'ajout de tout surpresseur d'air après la ou les unité(s) de purification, et d'avoir en lieu et place une compression équivalente avant l'étape de purification de l'air dans la ou les unité(s) d'épuration.

5 Les unités d'épuration traiteront deux débits d'air à deux pressions différentes, le premier débit d'air à une première pression comprise entre 5 et 9 bars voire entre 2 et 4 bars, et le second débit d'air à une seconde pression comprise entre 11 et 50 bars, voire entre 4,5 et 8 bars.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de production d'oxygène par
10 distillation d'air dans un appareil comprenant au moins un système de colonnes, au moins une ligne d'échange, au moins un moyen de compression entraîné par un moteur électrique et/ou une turbine à vapeur et alimenté par de l'air à la pression atmosphérique pour produire un premier et un second débits d'air pressurisés, une première unité d'épuration, une deuxième unité d'épuration, les premier et second débits d'air pressurisés sortant du
15 moyen de compression à une première et deuxième pression, la seconde pression étant plus élevée que la première d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars et la seconde pression étant la pression la plus élevée de tout débit d'air destiné à alimenter le système de colonnes ; dans lequel on envoie le premier débit d'air pressurisé d'une première sortie du moyen de compression à
20 la première unité d'épuration substantiellement à la première pression pour produire un premier débit d'air épuré en eau et en dioxyde de carbone, on envoie le deuxième débit d'air pressurisé d'une deuxième sortie du moyen de compression à la deuxième unité d'épuration substantiellement à la deuxième pression pour produire un deuxième débit d'air épuré en eau et en dioxyde de carbone, on refroidit le premier débit épuré dans la
25 ligne d'échange éventuellement à la première pression, on refroidit le deuxième débit épuré dans la ligne d'échange éventuellement à la deuxième pression, on envoie le premier débit d'air épuré de la première unité d'épuration à une colonne du système de colonnes, on envoie le deuxième débit d'air épuré provenant de la deuxième unité d'épuration à une colonne du système de colonnes au moins sous forme partiellement condensée, on soutire
30 un liquide riche en oxygène du système de colonnes, on le vaporise, éventuellement dans la ligne d'échange ou dans un vaporiseur auxiliaire, par échange de chaleur au moins avec le deuxième débit épuré à la deuxième pression et on le fournit comme produit.

Selon d'autres objets de l'invention ;

- la différence de pression entre les deux débits d'air pressurisés est au plus 4 bars ou éventuellement au moins de 1 bar et au plus de 3 bars.

5 - la différence de pression entre les deux débits d'air pressurisés est au moins 5 bars et au plus 30 bars, ou éventuellement au moins de 15 bars et au plus de 25 bars.

-au moins une partie du premier débit d'air épuré est envoyée dans la même colonne du système de colonnes que le second débit d'air épuré.

-aucune partie du deuxième débit n'est envoyée dans un rebouilleur du système de colonnes.

10 - la seconde pression est plus élevée que la première d'au moins 5 bars.

- la seconde pression est élevée que la première d'au moins 10 bars.

- la seconde pression est plus élevée que la première d'au plus 25 bars.

-le débit à la seconde pression rentre dans une colonne du système de colonnes et ne sert pas à chauffer un rebouilleur du système de colonnes.

15 Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de production d'oxygène par distillation d'air comprenant au moins un système de colonnes, au moins une ligne d'échange, au moins un moyen de compression entraîné par une turbine à vapeur et/ou par un moteur électrique, le moyen de compression ayant une première et une deuxième sortie, une première unité d'épuration, une deuxième unité d'épuration, le
20 moyen de compression étant adapté pour être alimenté par de l'air à la pression atmosphérique et pour produire à partir de la première sortie un premier débit d'air pressurisé à une première pression et à partir de la deuxième sortie un deuxième débit d'air pressurisé à une deuxième pression, le second débit d'air pressurisé étant à une pression supérieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars,
25 même d'au moins 25 bars à la pression du premier débit d'air pressurisé, une première conduite pour relier la première sortie à la première unité d'épuration, une deuxième conduite pour relier la deuxième sortie à la deuxième unité d'épuration, une troisième conduite pour relier la première unité d'épuration avec la ligne d'échange, une quatrième conduite pour relier la deuxième unité d'épuration avec la ligne d'échange, aucun moyen
30 de surpression d'air n'étant reliée en aval de la deuxième unité d'épuration, une cinquième conduite reliant la ligne d'échange avec une colonne du système de colonnes, une sixième conduite pour relier la ligne d'échange avec une colonne du système de colonnes, une conduite pour soutirer un liquide riche en oxygène liquide du système de colonnes et pour

envoyer à un vaporiseur (25), éventuellement constitué par la ligne d'échange, des moyens pour envoyer au moins une partie du deuxième débit épuré au vaporiseur pour s'y condenser et dans laquelle il n'y a aucun moyen de compression d'air entre la première sortie et la première unité d'épuration et il n'y a aucun moyen de compression d'air entre la deuxième sortie et la ligne d'échange, voire le système de colonnes.

Selon d'autres aspects de l'invention :

- le moyen de compression comprend un premier compresseur et un deuxième compresseur, des moyens pour alimenter le premier compresseur et le second compresseur avec de l'air à la pression atmosphérique, le premier et le deuxième compresseur étant éventuellement entraînés par une turbine à vapeur commune.

- seul l'un des premier et deuxième compresseurs d'air comprend des réfrigérants intermédiaires (compression isotherme).

- des moyens pour envoyer de l'air provenant de la sortie de celui des deux compresseurs d'air ne comprenant pas de réfrigérant intermédiaire à un échangeur de chaleur et des moyens pour envoyer au moins un fluide provenant du système de colonnes et/ou de l'eau à l'échangeur pour s'y réchauffer.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de production d'oxygène par distillation d'air dans un appareil comprenant n systèmes de colonnes, où $n \geq 2$, n lignes d'échange, au moins un premier compresseur comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une première pression, au moins un deuxième compresseur comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une deuxième pression, la première pression inférieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars à la deuxième pression et la deuxième pression étant la pression la plus élevée de toute pression d'air destiné à la distillation dans lequel de l'air à la première pression est envoyé d'au moins un premier compresseur à au moins une première unité d'épuration, de l'air à la deuxième pression est envoyé d'au moins un deuxième compresseur à au moins une deuxième unité d'épuration, de l'air à la première pression est envoyé de la première unité d'épuration à au moins deux systèmes de colonnes, de l'air à la deuxième pression est envoyé de la deuxième unité d'épuration à au moins deux systèmes de colonnes et on produit de l'oxygène à partir d'au moins un des systèmes de colonnes.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de production d'oxygène par distillation d'air dans un appareil comprenant n systèmes de colonnes, où $n \geq 2$, n lignes d'échange, au moins un premier compresseur comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une première pression, au moins un deuxième compresseur comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une deuxième pression, la première pression inférieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars à la deuxième pression, au moins une première unité d'épuration, au moins une deuxième unité d'épuration, des moyens pour envoyer de l'air à la première pression provenant du ou des premier(s) compresseur(s) à la ou les première(s) unité(s) d'épuration, des moyens pour envoyer de l'air à la deuxième pression provenant du ou des deuxième(s) compresseur(s) à la ou les deuxième(s) unité(s) d'épuration, des moyens pour envoyer de l'air à au moins deux systèmes de colonnes à partir de la ou les première(s) unité(s) d'épuration et des moyens pour envoyer de l'air aux deux systèmes de colonnes à partir de la ou les deuxième(s) unité(s) d'épuration, dans laquelle il n'y a aucun moyen de compression entre le ou les premier(s) compresseur(s) et la ou les première(s) unité(s) d'épuration et il n'y a aucun moyen de compression entre le ou les deuxième(s) compresseur(s) et les lignes d'échange, voire les systèmes de colonnes.

De préférence, il n'y a aucun moyen pour relier la sortie du premier compresseur (d'un des premiers compresseurs) avec la sortie du deuxième compresseur (d'un des deuxième compresseurs) et/ou aucun moyen pour relier la sortie de la première unité d'épuration (d'une des premières unités d'épuration) avec la sortie de la deuxième unité d'épuration (d'une des deuxième unités d'épuration).

De cette façon, il y a un circuit indépendant alimenté par au moins deux compresseurs produisant de l'air à la première pression et un circuit indépendant alimenté par au moins deux compresseur produisant de l'air à la deuxième pression, chacun des deux circuits alimentant au moins deux systèmes de colonnes indépendants.

Des exemples de réalisation vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés qui représentent des installations de séparation d'air selon l'invention.

L'installation représentée à la figure 1 est destinée à alimenter en oxygène une ou plusieurs unité(s) de fusion réduction de fer (Corex®/Finex®), ou une ou plusieurs unité(s) d'oxycombustion, par exemple. Dans le premier cas, la pression de l'oxygène fourni est

comprise dans une plage allant de 5 à 15 bars. Dans le second cas, la pression de l'oxygène fourni est comprise dans une plage allant de 1 à 5 bars (préférentiellement 1 à 2 bars abs).

L'installation comprend un premier compresseur 1 et un deuxième compresseur 3 installés sur le même site, des moyens pour alimenter le premier compresseur et le second compresseur avec de l'air à la pression atmosphérique, le premier et le deuxième compresseur étant entraînés par des moteurs électriques, et amenant respectivement l'air à une première pression comprise entre 2.5 et 8 bars et à une seconde pression comprise entre 4 et 30 bars.

Les deux débits d'air comprimés distincts sortant des deux compresseurs d'air sont refroidis par exemple au moyen d'un réfrigérant final, avant d'être envoyés dans une première et une deuxième unités d'épuration 5 et 7, les débits d'air étant l'un substantiellement à la première pression et le second substantiellement à la seconde pression.

Le premier débit d'air épuré est envoyé dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduite 11 et le second débit d'air épuré est envoyé dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduite 9.

Le premier débit d'air une fois refroidi dans l'échangeur 13 est introduit dans le système de colonnes 15, le second débit d'air est introduit dans le système de colonnes 15 au moins sous forme partiellement condensée après un passage dans un vaporiseur auxiliaire 25 utilisant un liquide riche en oxygène soutiré du système de colonnes 15 au moyen d'une conduite 17 et d'une pompe 23. Le premier débit d'air introduit dans le système de colonne 15 l'est au moins en partie dans la même colonne que le second débit d'air introduit dans le système de colonnes 15 au moins partiellement condensé (par exemple la colonne haute pression d'une double colonne comprenant une colonne haute pression et une colonne basse pression).

La figure 2 illustre une première variante de cette installation où seul l'un des premier et deuxième compresseurs d'air comprend des réfrigérants intermédiaires (compression isotherme), à savoir le compresseur 1, des moyens pour envoyer de l'air provenant de la sortie de celui des deux compresseurs d'air ne comprenant pas de réfrigérant intermédiaire à un échangeur de chaleur 31 et des moyens pour envoyer au moins un fluide provenant du système de colonnes et/ou de l'eau à l'échangeur pour s'y réchauffer.

Les deux débits d'air comprimé sortant des deux compresseurs d'air sont envoyés dans deux unités d'épuration 5 et 7, l'un substantiellement à la première pression et le second substantiellement à la seconde pression.

5 Le premier débit d'air épuré est envoyé dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduites 11 et le second débit d'air épuré est envoyé dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduite 9.

Le premier débit d'air une fois refroidi dans l'échangeur 13 est introduit dans le système de colonnes 15, le second débit d'air est introduit dans le système de colonnes 15 au moins sous forme partiellement condensée après un passage dans un vaporiseur
10 auxiliaire 25 utilisant un liquide riche en oxygène soutiré du système de colonnes 15 au moyen d'une conduite 17 et d'une pompe 23. Le premier débit d'air introduit dans le système de colonne 15 l'est au moins en partie dans la même colonne que le second débit d'air 15 au moins partiellement condensé. Le liquide riche en oxygène soutiré du système de colonne 15 au moyen de la conduite 17 et qui s'est vaporisé dans le vaporiseur
15 auxiliaire 25 contre le second débit d'air épuré, est introduit dans l'échangeur de chaleur 31, permet de refroidir l'air comprimé dans le compresseur 1 ne comportant pas de réfrigérants intermédiaires.

L'installation représentée à la figure 3 représente une seconde variante, destinée à alimenter en oxygène une unité de fusion réduction de fer (Corex®/Finex®). La pression
20 de l'oxygène fourni est comprise dans une plage allant de 5 à 15 bars (préférentiellement de 8 à 12 bars abs).

L'installation comprend un premier compresseur 1 et un deuxième compresseur 3, des moyens pour alimenter le premier compresseur et le second compresseur avec de l'air à la pression atmosphérique, le premier et le deuxième compresseur étant entraînés par une
25 turbine à vapeur commune 39, et amenant respectivement l'air à une première pression comprise entre 4 et 7 bars et à une seconde pression comprise entre 10 et 30 bars.

Les deux débits d'air comprimé sortant des deux compresseurs d'air sont envoyés dans deux unités d'épuration 5 et 7 l'une substantiellement à la première pression et la seconde substantiellement à la seconde pression.

30 Une première portion du premier débit d'air épuré est envoyée dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduites 11 et le second débit d'air épuré est envoyé dans la ligne d'échange principale 13 au moyen de la conduite 9.

La seconde portion du premier débit d'air épuré est envoyée dans le compresseur 33 d'une turbine-booster au moyen de la conduite 29, avant d'être refroidie dans la ligne d'échange principale 13 puis détendue dans la partie turbine 35 de la turbine-booster. L'air détendu dans la turbine 35 est envoyé dans le système de colonne au moyen de la
5 conduite 41.

Le second débit d'air épuré une fois refroidi dans la ligne d'échange est introduit dans le système de colonnes 15 au moyen de la conduite 43.

Comme dans les autres cas, le premier débit d'air introduit dans le système de colonne 15 l'est au moins en partie dans la même colonne que le second débit d'air
10 introduit dans le système de colonnes 15 au moins partiellement condensé.

La figure 4 illustre une troisième variante dérivée de la figure 3 où seul l'un des premier et deuxième compresseurs d'air (le compresseur 3) comprend des réfrigérants intermédiaires (compression isotherme), comprenant des moyens pour envoyer de l'air provenant de la sortie de celui des deux compresseurs d'air ne comprenant pas de
15 réfrigérant intermédiaire à un échangeur de chaleur et des moyens pour envoyer au de l'eau à l'échangeur pour s'y réchauffer.

La figure 5 décrit une quatrième variante de l'installation décrite à la figure 1 où les deux compresseurs sont combinés dans la même machine 3, par exemple un compresseur axial-radial.

La figure 6 décrit une variante supplémentaire où n installations décrites à la figure 1 sont interconnectées. Cette figure présente pour des raisons de clarté le cas $n=2$: elle présente ainsi deux installations telles que décrites à la figure 1, interconnectées au moyen des conduites 45 et 47 d'une part, et 49 et 51 d'autre part. Ainsi la conduite 45 relie la sortie du compresseur 1 et celle du compresseur 1', et la conduite 47 relie la sortie du
25 compresseur 3 et celle du compresseur 3' ; la conduite 49 relie la sortie de l'épuration 7 avec celle de l'épuration 7', et enfin la conduite 51 relie la sortie de l'épuration 5 avec celle de l'épuration 5'.

La première des deux installations interconnectées comprend un premier et un deuxième compresseur 1 et 3, la seconde installation comprend un premier et un deuxième
30 compresseur 1' et 3'. Les premiers compresseurs 1 et 1' et les seconds compresseurs 3 et 3' sont alimentés par de l'air à la pression atmosphérique, les premiers et seconds compresseurs étant entraînés par des moteurs électriques, amènent respectivement l'air à

une première pression comprise entre 2,5 et 8 bars et à une seconde pression comprise entre 4 et 30 bars.

Les débits d'air pressurisés par les compresseurs 1 et 1' d'une part, et 3 et 3' d'autre part sont refroidis par exemple au moyen d'un réfrigérant final avant d'être
5 envoyés dans les premières unités d'épuration 7 et 7' d'une part et dans les deuxièmes unités d'épuration 5 et 5' d'autre part, les débits d'air étant substantiellement à la première pression d'une part pour ceux provenant des compresseurs 1 et 1', et substantiellement à la seconde pression d'autre part pour ceux provenant des compresseurs 3 et 3'.

L'installation comprend une conduite 45 reliant les premiers débits d'airs
10 comprimés par les premiers compresseurs 1 et 1', et une conduite 47 reliant les seconds débits d'air comprimés par les seconds compresseurs 3 et 3'. L'installation comprend en outre une conduite 49 reliant les premiers débits d'air épurés par les épurations 7 et 7', et une conduite 51 reliant les seconds débits d'air épurés par les épurations 5 et 5'.

Le système de colonnes 15 de toutes les figures peut comprendre une seule colonne,
15 une double colonne classique ou une triple colonne avec colonne haute pression, colonne à pression intermédiaire et colonne basse pression, entre autres.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'oxygène par distillation d'air dans un appareil
5 comprenant au moins un système de colonnes (15), au moins une ligne d'échange (13), au
moins un moyen de compression entraîné par un moteur électrique et/ou une turbine à
vapeur et alimenté par de l'air à la pression atmosphérique pour produire un premier et un
second débits d'air pressurisés, une première unité d'épuration (5), une deuxième unité
10 d'épuration (7), les premier et second débits d'air pressurisés sortant du moyen de
compression à une première et deuxième pression, la seconde pression étant plus élevée
que la première d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins
10 bars, même d'au moins 25 bars et la seconde pression étant la pression la plus élevée de
tout débit d'air destiné à alimenter le système de colonnes ; dans lequel on envoie le
premier débit d'air pressurisé d'une première sortie du moyen de compression à la
15 première unité d'épuration (5) substantiellement à la première pression pour produire un
premier débit d'air épuré en eau et en dioxyde de carbone, on envoie le deuxième débit
d'air pressurisé d'une deuxième sortie du moyen de compression à la deuxième unité
d'épuration (7) substantiellement à la deuxième pression pour produire un deuxième débit
d'air épuré en eau et en dioxyde de carbone, on refroidit le premier débit épuré dans la
20 ligne d'échange (13) éventuellement à la première pression, on refroidit le deuxième débit
épuré dans la ligne d'échange (13) éventuellement à la deuxième pression, on envoie le
premier débit d'air épuré de la première unité d'épuration à une colonne du système de
colonnes (15), on envoie le deuxième débit d'air épuré provenant de la deuxième unité
d'épuration à une colonne du système de colonnes (15) au moins sous forme partiellement
25 condensée, on soutire un liquide riche en oxygène du système de colonnes, on le vaporise,
éventuellement dans la ligne d'échange ou dans un vaporiseur auxiliaire (25), par échange
de chaleur au moins avec le deuxième débit épuré à la deuxième pression et on le fournit
comme produit.

30 2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la différence de pression entre
les deux débits d'air pressurisés est au plus 4 bars ou éventuellement au moins de 1 bar et
au plus de 3 bars.

3. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la différence de pression entre les deux débits d'air pressurisés est au moins 5 bars et au plus 30 bars, ou éventuellement au moins de 15 bars et au plus de 25 bars.

5

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3 dans lequel au moins une partie du premier débit d'air épuré est envoyée dans la même colonne du système de colonnes que le second débit d'air épuré.

10

5. Procédé selon la revendication 1 à 4 dans lequel aucune partie du deuxième débit n'est envoyée dans un rebouilleur du système de colonnes.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la seconde pression est plus élevée que la première d'au moins 5 bars.

15

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la seconde pression est élevée que la première d'au moins 10 bars.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la seconde pression est plus élevée que la première d'au plus 25 bars.

20

9. Installation de production d'oxygène par distillation d'air comprenant au moins un système de colonnes (15), au moins une ligne d'échange (13), au moins un moyen de compression entraîné par une turbine à vapeur et/ou par un moteur électrique, le moyen de compression ayant une première et une deuxième sortie, une première unité d'épuration (5), une deuxième unité d'épuration (7), le moyen de compression étant adapté pour être alimenté par de l'air à la pression atmosphérique et pour produire à partir de la première sortie un premier débit d'air pressurisé à une première pression et à partir de la deuxième sortie un deuxième débit d'air pressurisé à une deuxième pression, le second débit d'air pressurisé étant à une pression supérieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars à la pression du premier débit d'air pressurisé, une première conduite pour relier la première sortie à la première unité d'épuration, une deuxième conduite pour relier la deuxième sortie à la

25

30

deuxième unité d'épuration, une troisième conduite (11) pour relier la première unité d'épuration avec la ligne d'échange, une quatrième conduite (9) pour relier la deuxième unité d'épuration avec la ligne d'échange, aucun moyen de surpression d'air n'étant reliée en aval de la deuxième unité d'épuration, une cinquième conduite reliant la ligne d'échange avec une colonne du système de colonnes, une sixième conduite pour relier la ligne d'échange avec une colonne du système de colonnes, une conduite (17) pour soutirer un liquide riche en oxygène liquide du système de colonnes et pour envoyer à un vaporiseur (25), éventuellement constitué par la ligne d'échange, des moyens pour envoyer au moins une partie du deuxième débit épuré au vaporiseur pour s'y condenser et dans laquelle il n'y a aucun moyen de compression d'air entre la première sortie et la première unité d'épuration et il n'y a aucun moyen de compression d'air entre la deuxième sortie et la ligne d'échange, voire le système de colonnes.

10. Installation selon la revendication 9 dans laquelle le moyen de compression comprend un premier compresseur (1) et un deuxième compresseur (3), des moyens pour alimenter le premier compresseur et le second compresseur avec de l'air à la pression atmosphérique, le premier et le deuxième compresseur étant éventuellement entraînés par une turbine à vapeur commune (39).

11. Installation selon les revendications 9 ou 10 dans laquelle seul l'un des premier et deuxième compresseurs d'air comprend des réfrigérants intermédiaires (compression isotherme).

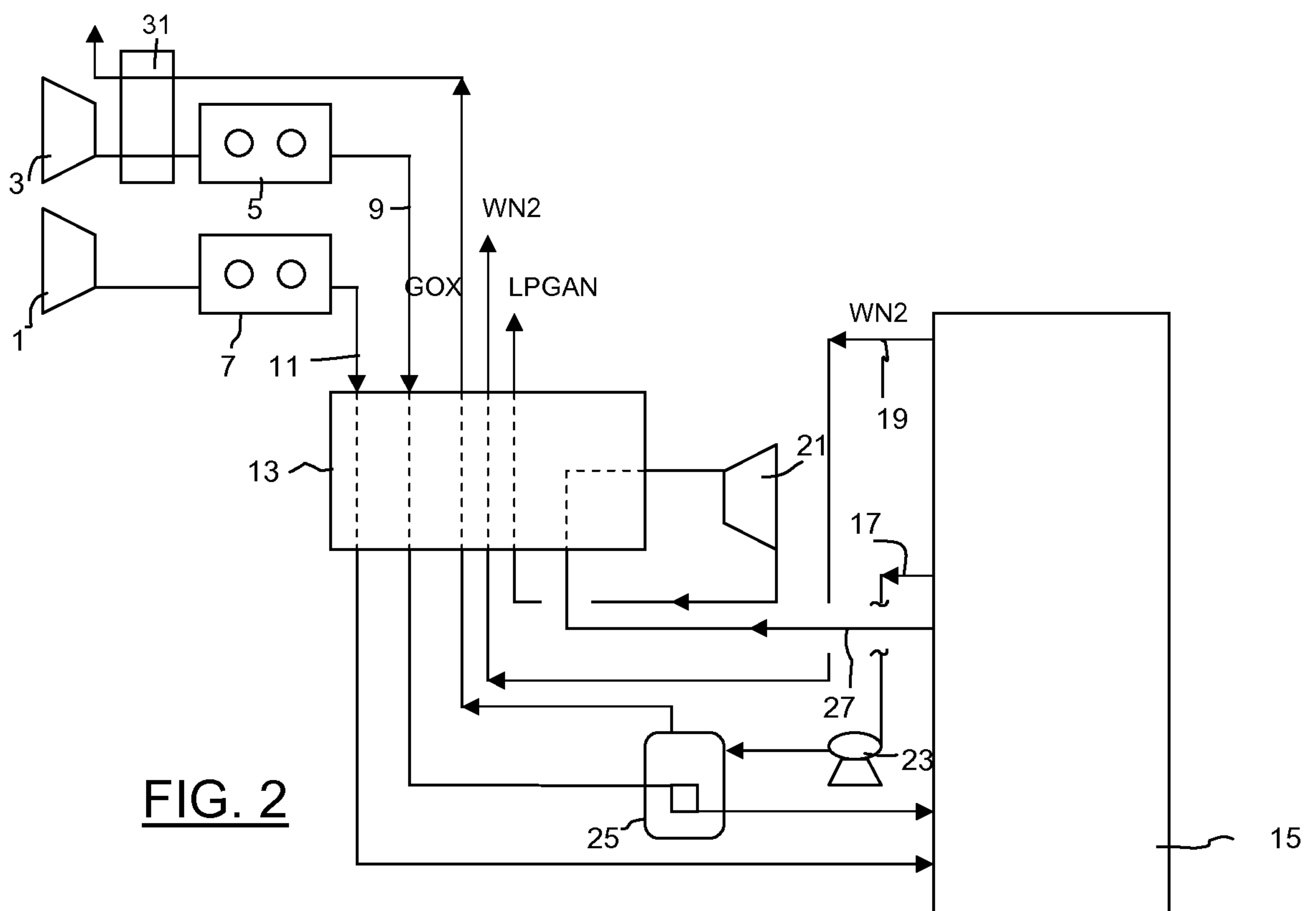
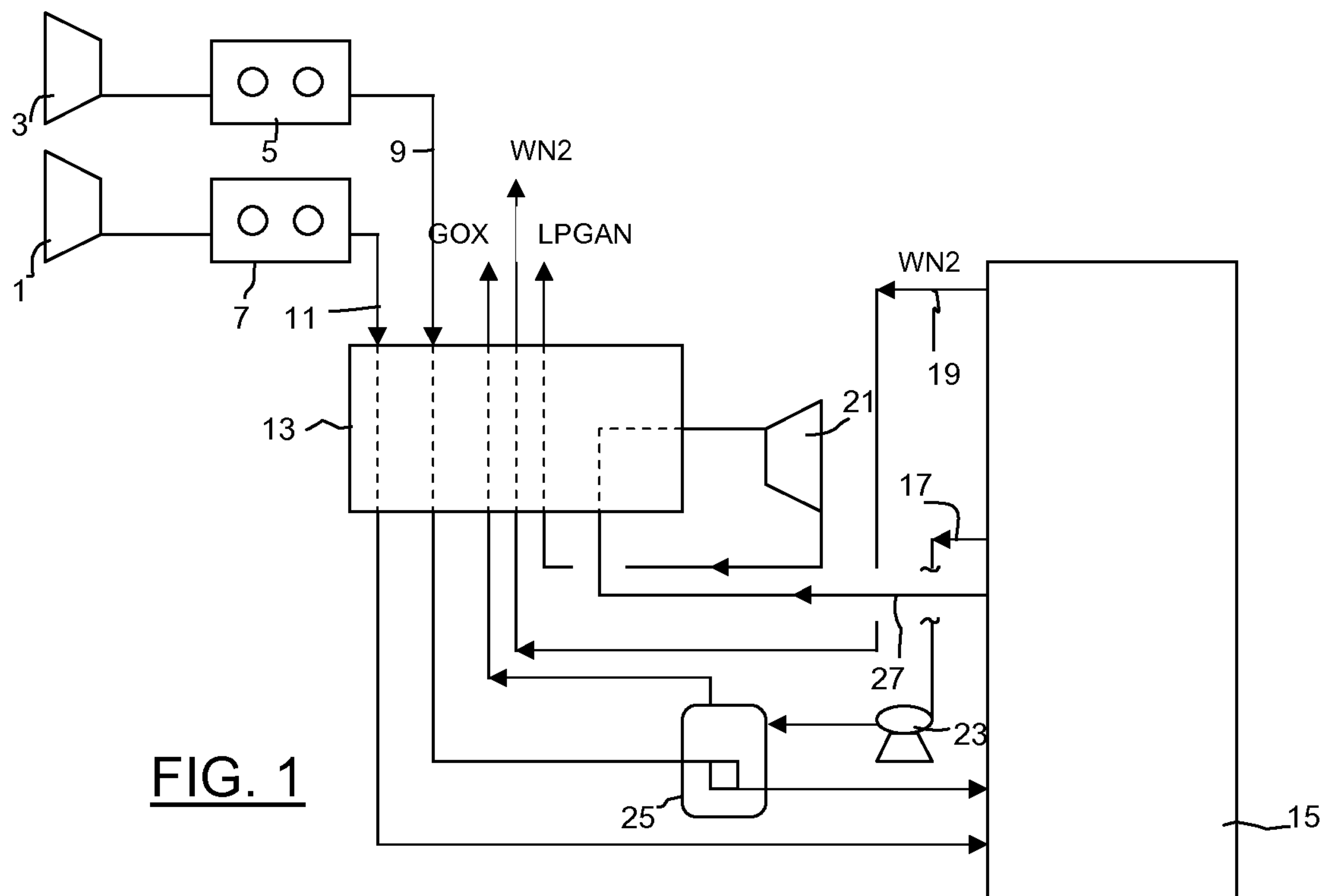
12. Installation selon la revendication 11 comprenant des moyens pour envoyer de l'air provenant de la sortie de celui des deux compresseurs d'air ne comprenant pas de réfrigérant intermédiaire à un échangeur de chaleur (31) et des moyens pour envoyer au moins un fluide provenant du système de colonnes et/ou de l'eau à l'échangeur pour s'y réchauffer.

13. Procédé de production d'oxygène par distillation d'air dans un appareil comprenant n systèmes de colonnes, où $n \geq 2$, n lignes d'échange (13,13'), au moins un premier compresseur (1,1') comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une première pression, au moins un deuxième compresseur (3, 3') comprimant de

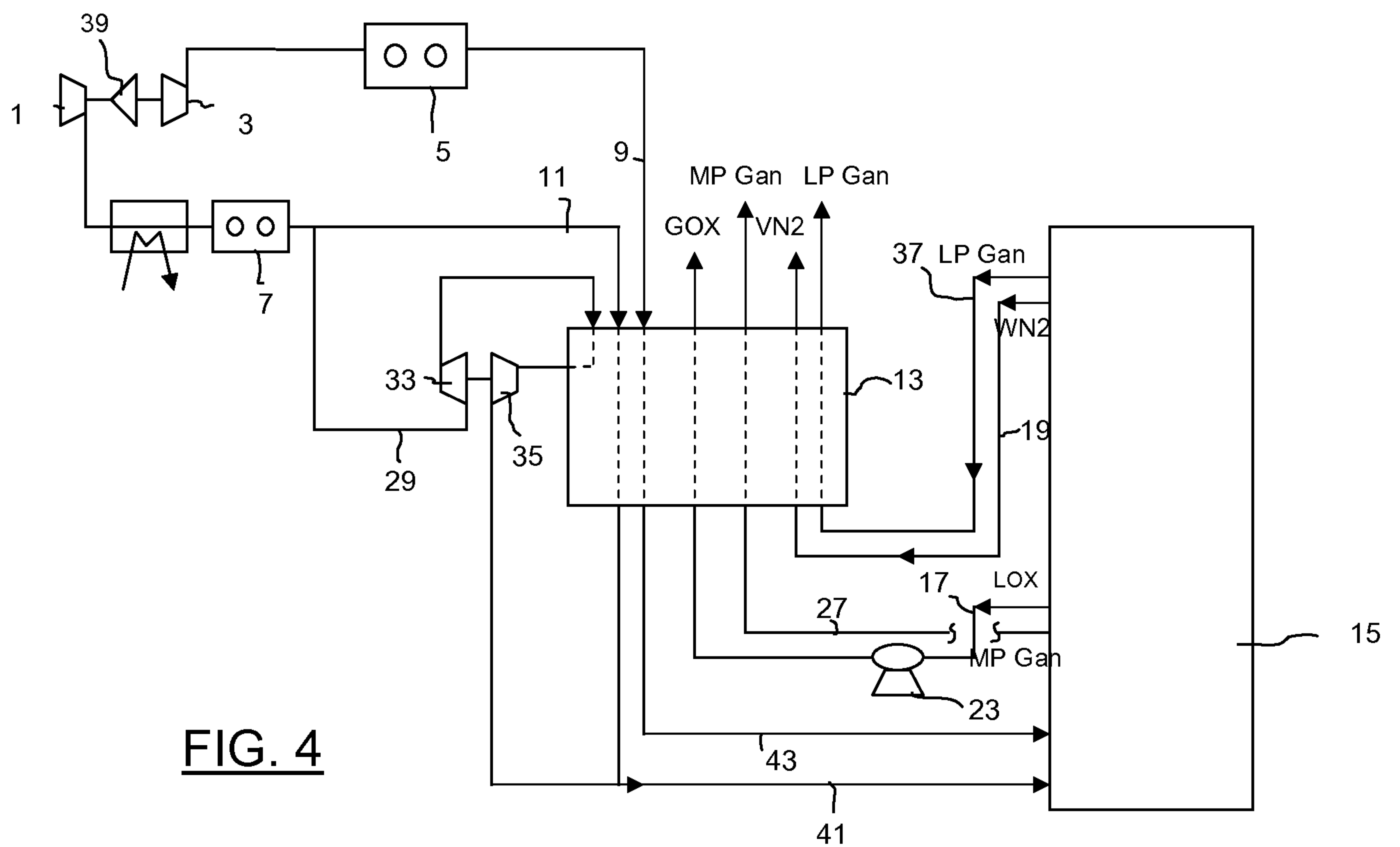
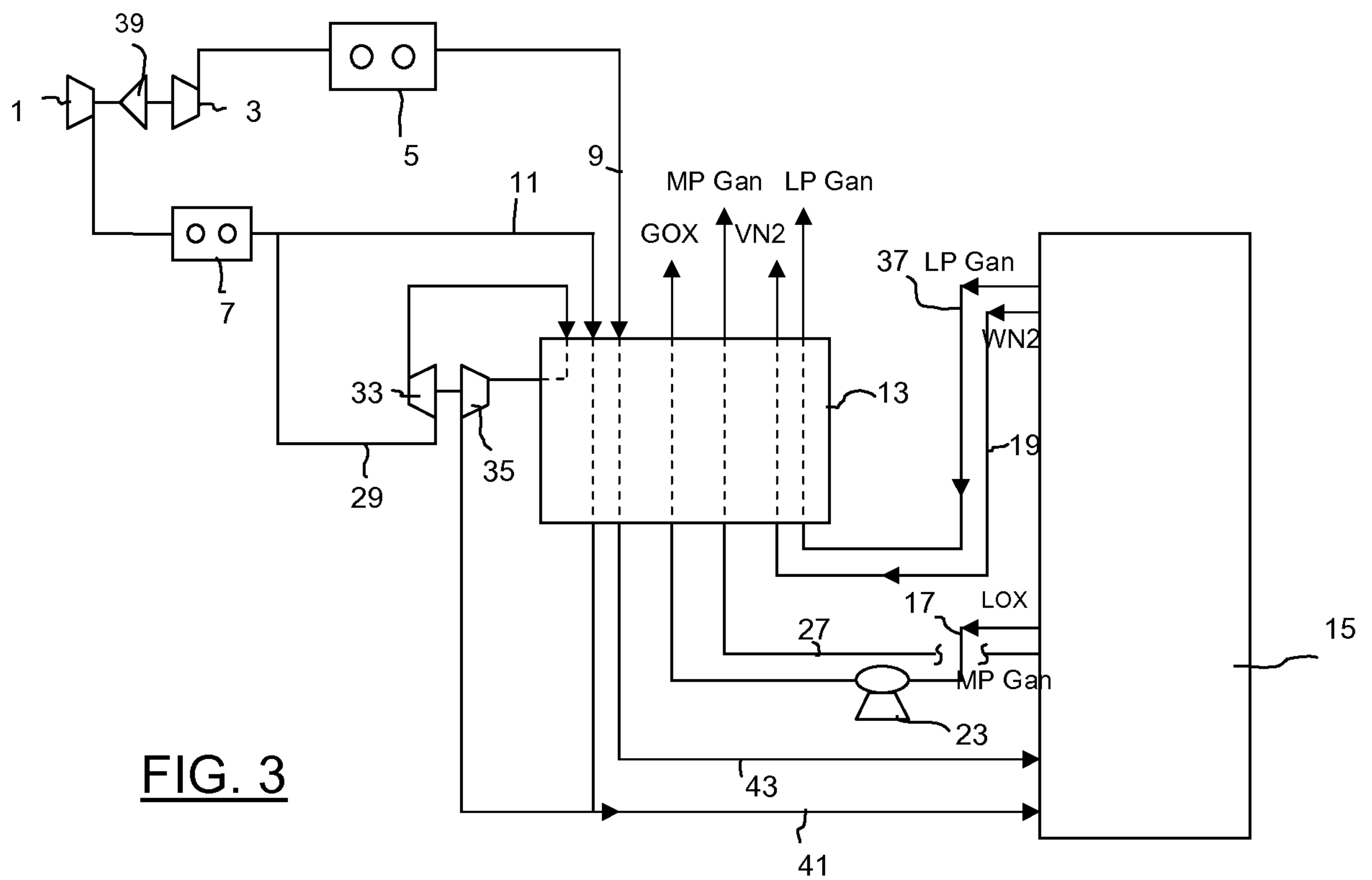
l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une deuxième pression, la première pression inférieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars à la deuxième pression et la deuxième pression étant la pression la plus élevée de toute pression d'air destiné à la distillation dans lequel de l'air à la première pression est envoyé d'au moins un premier compresseur à au moins une première unité d'épuration (5,5'), de l'air à la deuxième pression est envoyé d'au moins un deuxième compresseur à au moins une deuxième unité d'épuration (7,7'), de l'air à la première pression est envoyé de la première unité d'épuration à au moins deux systèmes de colonnes (15,15'), de l'air à la deuxième pression est envoyé de la deuxième unité d'épuration à au moins deux systèmes de colonnes et on produit de l'oxygène à partir d'au moins un des systèmes de colonnes.

14. Installation de production d'oxygène par distillation d'air dans un appareil comprenant n systèmes de colonnes, où $n \geq 2$, n lignes d'échange (13,13'), au moins un premier compresseur (1,1') comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une première pression, au moins un deuxième compresseur (3, 3') comprimant de l'air atmosphérique pour produire un débit d'air à une deuxième pression, la première pression inférieure d'au moins 0,5 bar, éventuellement d'au moins 5 bars, voire d'au moins 10 bars, même d'au moins 25 bars à la deuxième pression, au moins une première unité d'épuration (5,5'), au moins une deuxième unité d'épuration (7,7'), des moyens pour envoyer de l'air à la première pression provenant du ou des premier(s) compresseur(s) à la ou les première(s) unité(s) d'épuration, des moyens pour envoyer de l'air à la deuxième pression provenant du ou des deuxième(s) compresseur(s) à la ou les deuxième(s) unité(s) d'épuration, des moyens pour envoyer de l'air à au moins deux systèmes de colonnes (15,15') à partir de la ou les première(s) unité(s) d'épuration et des moyens pour envoyer de l'air aux deux systèmes de colonnes à partir de la ou les deuxième(s) unité(s) d'épuration, dans laquelle il n'y a aucun moyen de compression entre le ou les premier(s) compresseur(s) et la ou les première(s) unité(s) d'épuration et il n'y a aucun moyen de compression entre le ou les deuxième(s) compresseur(s) et les lignes d'échanges, voire les systèmes de colonnes.

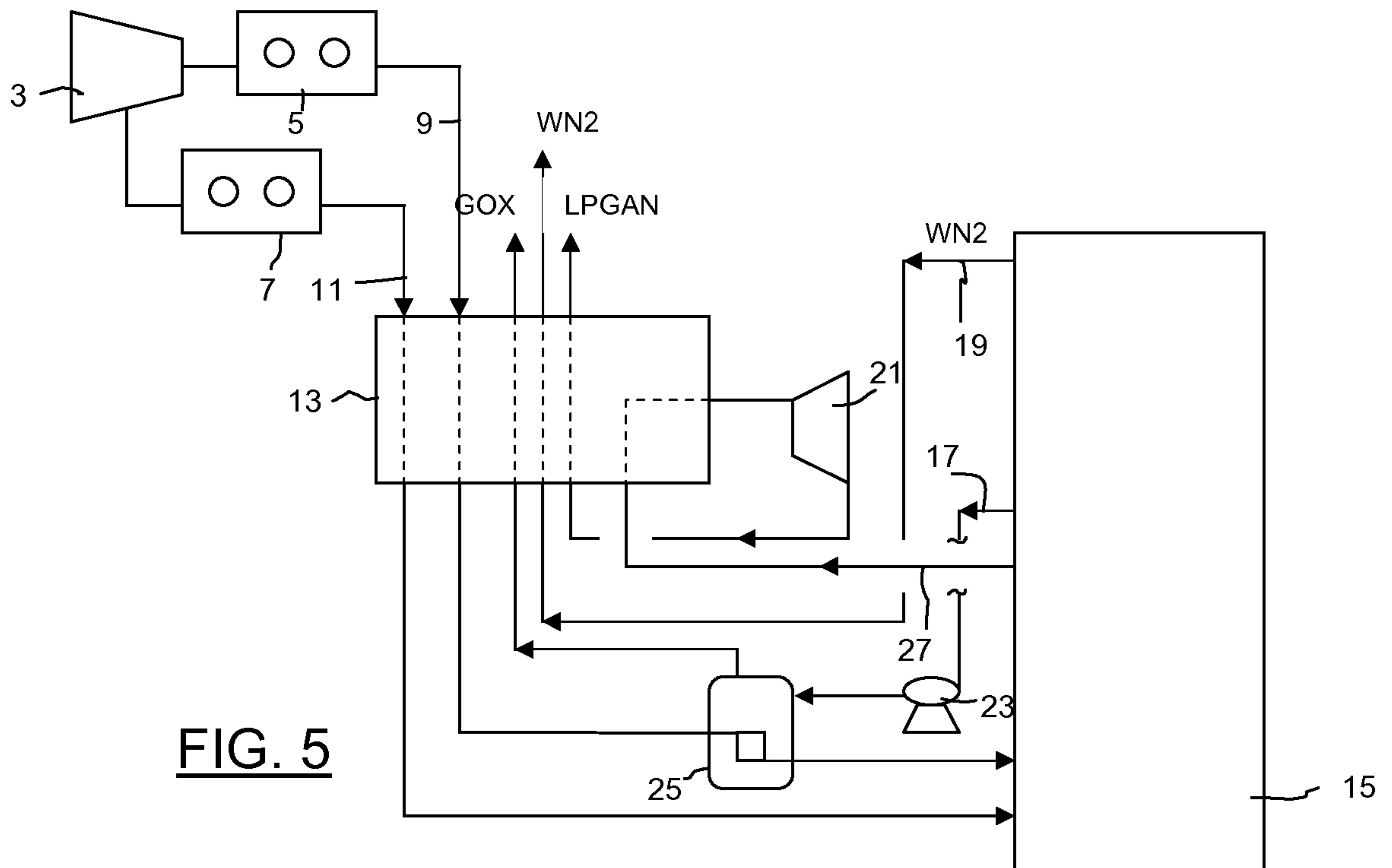
1/4



2/4

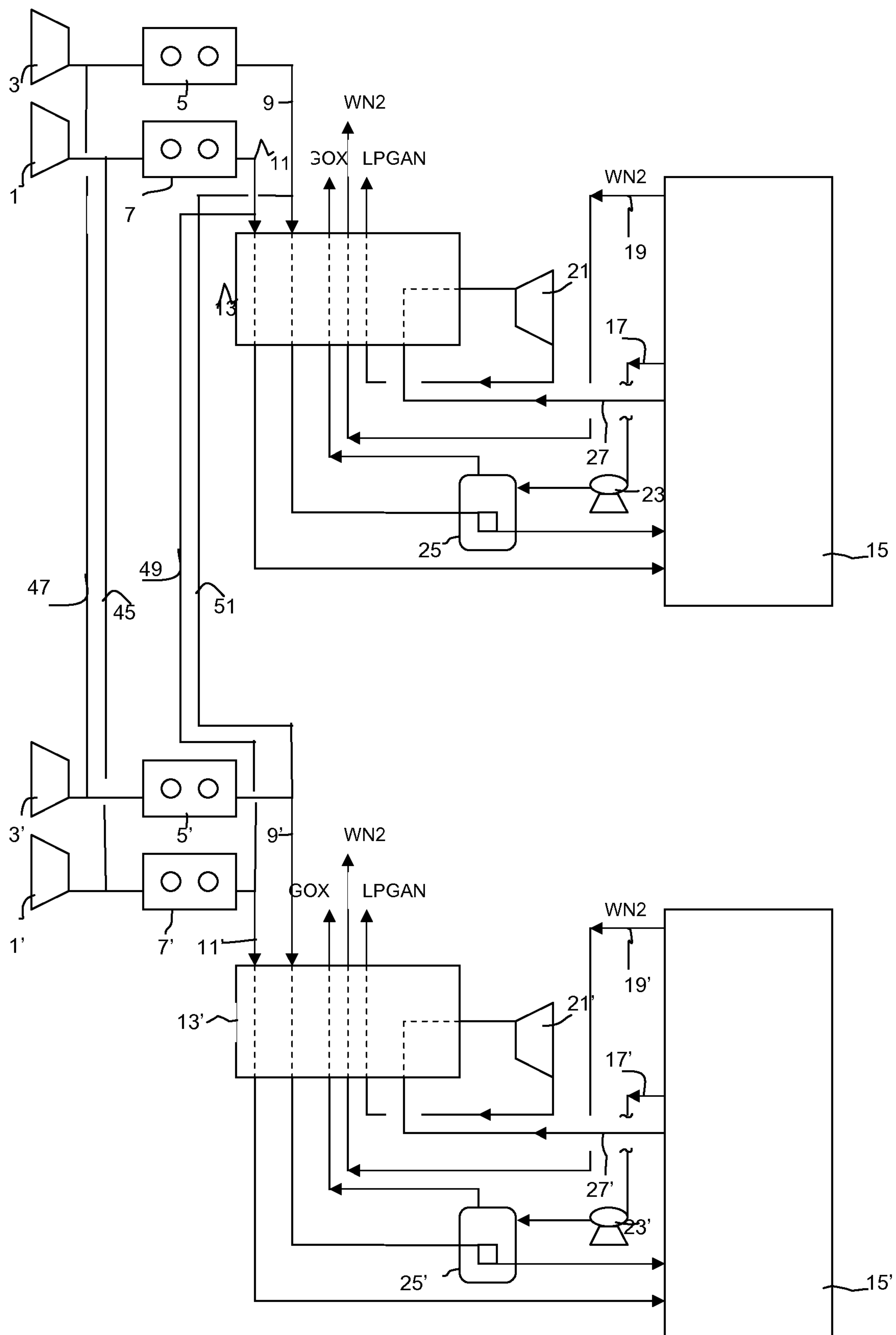


3/4



4/4

FIG. 6



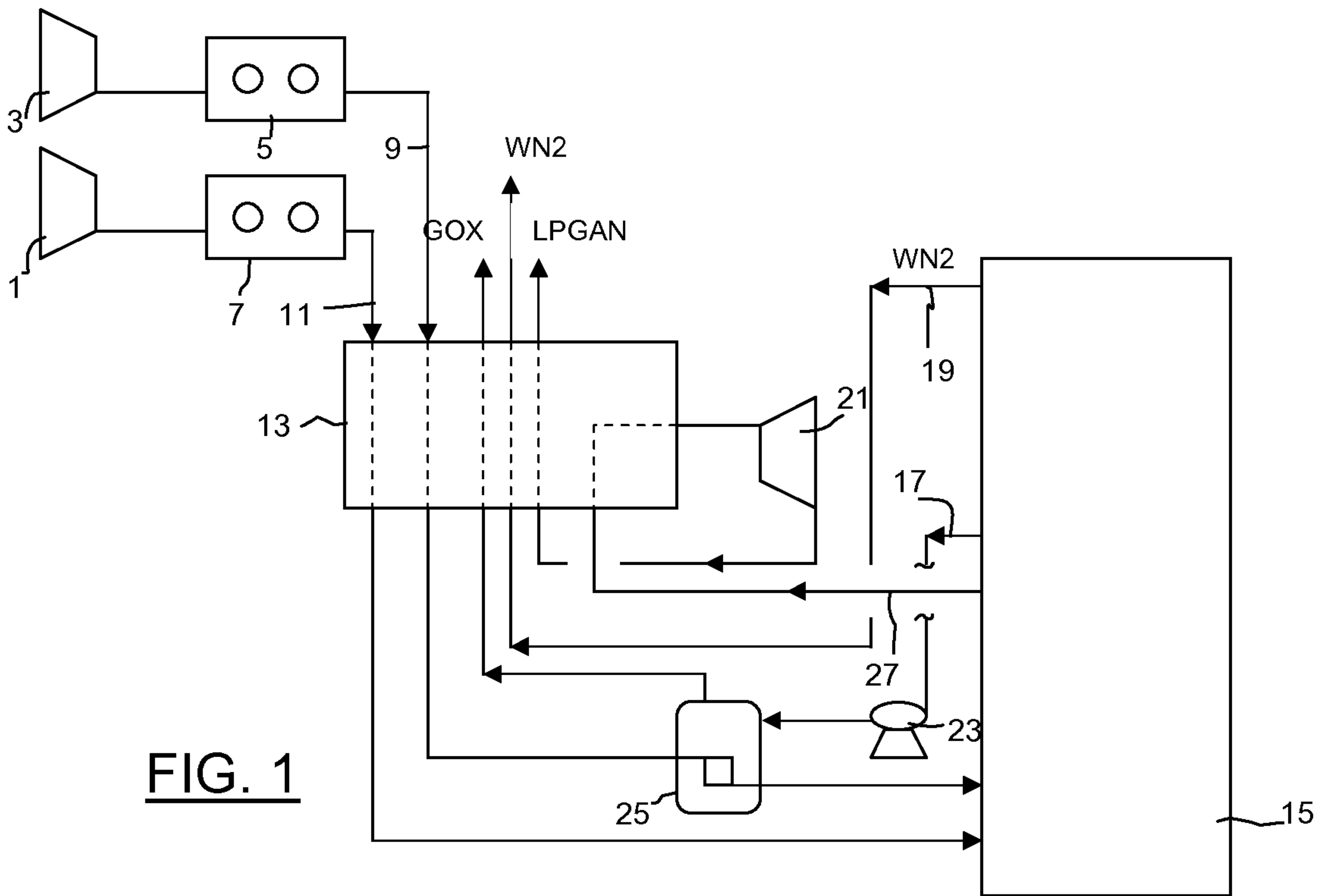


FIG. 1